

## PCB surface treatment - using plasma in reaction chamber flanked by lock chambers

Patent Number: DE3935002

Publication date: 1991-04-25

Inventor(s): MAREK HELMUT (DE); ROHRBERG KLAUS (DE)

Applicant(s):: PLASONIC OBERFLAECHENTECHNIK G (DE)

Requested Patent:  DE3935002

Application Number: DE19893935002 19891020

Priority Number(s): DE19893935002 19891020

IPC Classification: B01J19/08 ; H05K3/42

EC Classification: B01J3/00F, B01J19/08D, H05K3/00K4B

Equivalents:

---

### Abstract

---

PCB's are treated in a low-pressure plasma to clean up the walls of drilled holes. The reaction chamber used has an entry and an exit lock chamber and a transport system between them. All three are connected to a vacuum pump and the reaction chamber has an inlet for the reactant gas. This gas is activated outside the reaction chamber and enters the latter in an excited state. The plasma is produced by a microwave generator.

Pref. a rectangular tube (11) is divided by sliders (12, 13) in several chambers with end sliders (14, 15). An entry lock chamber (16) for a PCB (17) and an exit lock chamber (18) flank the reaction chamber (24) with the conveyor (20) in three link chain sections (21, 22, 23). The holes (25) lead to microwave generators for the entering reactant gas. The tubes (26, 27) lead to vacuum pumps.

ADVANTAGE - This process permits a high throughput, requires little space and ensures a constant good quality.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 39 35 002 A 1

(51) Int. Cl. 4:  
B 01 J 19/08  
H 05 K 3/42

DE 39 35 002 A 1

(21) Aktenzeichen: P 39 35 002.9  
(22) Anmeldetag: 20. 10. 89  
(43) Offenlegungstag: 25. 4. 91

(71) Anmelder:  
Plasonic Oberflächentechnik GmbH, 7016 Gerlingen,  
DE

(74) Vertreter:  
Ruff, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Beier, J., Dipl.-Ing.;  
Schöndorf, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 7000  
Stuttgart

(72) Erfinder:  
Marek, Helmut, 7016 Gerlingen, DE; Rohrberg,  
Klaus, 7000 Stuttgart, DE

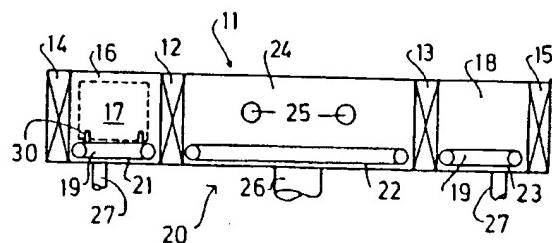
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 37 23 865 A1  
DE 36 29 054 A1  
DE 34 15 012 A1  
DE 26 32 194 A1  
US 40 51 382  
EP 01 29 199 A1  
EP 00 39 517 A1

JP 62 277442 A. In: Patents Abstracts of Japan,  
C-484, March 29, 1988, Vol. 12, No. 96;

(54) Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen Bearbeitung von Substraten

Eine Vorrichtung zur Behandlung von Substraten enthält eine Reaktionskammer (24), in der die eigentliche Reaktion stattfindet. Beidseits der Reaktionskammer (24) ist je eine Eingangsschleuse (16) bzw. Ausgangsschleuse (18) angeordnet. Mittel sind vorgesehen, um das zu behandelnde Substrat von der Eingangsschleuse (16) in die Reaktionskammer (24) und von dort in die Ausgangsschleuse (18) zu transportieren. Die Schleusen (16, 18) und die Reaktionskammer (24) sind über Leitungen mit einer Unterdruckpumpe verbindbar.



DE 39 35 002 A 1

## Beschreibung

Die Erfinung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Bearbeitung von Substraten im Niederdruckplasma.

5 Ein besonders wichtiges Anwendungsgebiet der Erfinung ist die Reinigung und Rückätzung von Bohrlöchern bei Leiterplatten in Ein- und Mehrlagen-Ausführung. Die beim Bohren dieser Bohrlöcher auftretenden Verunreinigungen der Bohrwand müssen beseitigt werden, bevor eine leitende Schicht chemisch und/oder galvanisch aufgebracht werden kann, damit diese eine gute und dauerhafte Verbindungen zwischen den einzelnen Leiterbahnschichten ergeben kann.

10 Bekannt sind für diese Bohrlochreinigung naßchemische Verfahren unter Verwendung von Schwefelsäure, Permanganat o. dgl., sowie Behandlungen im Niederdruckplasma. Obwohl die Plasmabehandlung wesentliche Vorteile gegenüber der naßchemischen Behandlung bringen kann, wird sie bisher nur in Sonderfällen eingesetzt, während der überwiegende Teil der Fertigung die chemische Behandlung beibehält. Naßchemische Anlagen können im Durchlaufbetrieb kontinuierlich arbeiten, so daß hohe Durchsätze erreicht werden. Die bislang auf 15 dem Markt befindlichen Anlagen, die Plasma verwenden, sind nur für den Stapelbetrieb ausgelegt.

15 Es ist bereits eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Bearbeitung vorgeschlagen (DE-PS 34 15 012), bei der die plattenförmigen Substrate auf Rollen liegend zunächst in eine Schleuse, dann in eine Behandlungskammer, und dann wieder in eine Schleuse befördert werden. In der Behandlungskammer wird ein Niederdruckplasma mit Hilfe von Stabelektronen erzeugt, wobei die eine Hälfte der Stabelektronen als Rollen ausgebildet ist, auf denen die Substrate aufliegen. Zwar ist dies schon eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Bearbeiten, jedoch sind die Ergebnisse nicht ausreichend.

20 Weiterhin bekannt ist eine Vorrichtung dieser Art (AT-B 3 83 147), bei der die Leiterplatten an Schienen hängend durch eine Schleuse in die Behandlungskammer eingebracht und aus dieser wieder herausgeführt werden. Auch hier wird ein Niederdruckplasma mit Stabelektronen erzeugt. Die Eingangsschleuse enthält eine Heizeinrichtung zur Beheizung der zu ätzenden Leiterplatte.

25 Am weitesten verbreitet ist eine Anlage (US-PS 43 99 014), bei der Pakete von Leiterplatten zwischen Stabelektronen in einen evakuierbaren Behälter eingesetzt werden. Der Behälter wird anschließend evakuiert, das Plasma erzeugt und die Platten während einer bestimmten Zeitdauer behandelt. Da diese Anlage nur im Stapelbetrieb möglich ist, benötigt sie einen hohen Aufwand zur Beladung und Entladung des Gefäßes.

30 Ebenfalls bekannt ist eine Vorrichtung für eine Plasmabehandlung (EP-A1-3 05 241) bei der das Plasma in einem fließenden Gasstrom erzeugt und unterhalb der Plasmaerzeugung ein zu behandelndes Objekt mit kleinem Durchmesser angeordnet wird.

35 Der Erfinung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Bearbeitung von Substraten im Niederdruckplasma zu schaffen, mit deren Hilfe ein hoher Durchsatz, ein geringer Platzbedarf und eine gleichbleibend gute Qualität erreicht werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfinung eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren nach den beiden unabhängigen Ansprüchen vor.

40 Die Erfinung basiert auf folgenden Überlegungen. Die Ätzgeschwindigkeit nimmt mit steigender Temperatur zu. Es ist daher sinnvoll, die Temperaturen bzw. die Anregungsenergie so hoch wie möglich zu wählen. Auf der anderen Seite darf das Leiterplattenmaterial nicht über eine materialbedingte Grenztemperatur hinaus erhitzt werden, damit die Leiterplatte keinen Schaden nimmt.

45 Bei dem Ätzvorgang, der seinem Wesen nach ein Verbrennungsvorgang ist, wird seinerseits Wärme frei. Diese erhöht die Temperatur der Leiterplatte. Um eine hohe Ätzrate und damit einen hohen Durchsatz der Anlage zu erhalten, müssen die Parameter also so gewählt werden, daß die Temperatur der Leiterplatte möglichst genau unterhalb der genannten Grenztemperatur bleibt. Um die Temperatur möglichst genau auf diesem Wert halten zu können, müssen daher alle nicht beherrschbaren Wärmequellen aus der Reaktionskammer beseitigt werden. Eine der möglichen nicht exakt kontrollierbaren Wärmequellen ist das bei den bekannten Verfahren in der Reaktionskammer vorhandene elektromagnetische Feld. Nach der Erfinung wird das elektromagnetische Feld, das das Plasma erzeugt, in einen Bereich vor der Kammer verlegt, so daß in der Kammer praktisch kein elektromagnetisches Feld vorhanden ist.

50 In Weiterbildung schlägt die Erfinung vor, daß die Anregung des Reaktionsgases in einem von diesem durchströmten Raum erfolgt, der in der Gaseinlaßleitung für die Reaktionskammer angeordnet ist. Aus diesem Raum strömt daher das angeregte Gas in die Reaktionskammer ein.

55 Die Reaktionskammer ist also auch von den im Stand der Technik bekannten Stabelektronen frei, die ein inhomogenes Feld erzeugen, so daß die Ätzgeschwindigkeit bei den bekannten Verfahren zum Beispiel von der Lage des Bohrlochs auf der Leiterplatte und von seiner Lage gegenüber den Stabelektronen abhängig ist, normalerweise im Randbereich der Leiterplatte größer als im Mittelbereich.

Um die mit der Anlage nach der Erfinung mögliche gleichbleibende Qualität weiter zu verbessern, schlägt die Erfinung weiterhin vor, daß die Reaktionskammer mehrere Gaseinlässe mit je einer Plasma-Erzeugungseinrichtung aufweisen kann. Es kann auch vorgesehen sein, daß die Anlage Leit- und Führungsmittel zur gleichmäßigen Verteilung der angeregten Gase in der Reaktionskammer aufweist. Hiermit soll eine konstante Ätzgeschwindigkeit in allen Bereichen der Reaktionskammer erreicht werden. Es kann sich hierbei beispielsweise um Leitbleche o. dgl. handeln.

60 Insbesondere schlägt die Erfinung vor, daß die Einrichtung zur Erzeugung des Plasmas einen Mikrowellen-generator aufweist.

65 Die Plasma-Erzeugungseinrichtung ist vorzugsweise derart angeordnet und ausgebildet, daß die Reaktionskammer im wesentlichen frei von elektrischen und magnetischen Feldern bleibt.

Um die Temperatur der Leiterplatte auf einem möglichst genau einzuhaltenden Wert halten zu können, kann

erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß die Reaktionskammer und/oder die Eintrittsschleuse eine Heizeinrichtung für das Substrat aufweist. Es kann ebenfalls vorgesehen sein, falls dies aufgrund der auftretenden chemischen Reaktion erforderlich ist, daß die Reaktionskammer eine Kühleinrichtung aufweist.

Die Heizeinrichtung und/oder die Kühleinrichtung können selbstverständlich ansteuerbar oder regelbar sein, so daß die Anlage alle Parameter überwachen und steuern kann. 5

Zur Erhöhung der Durchsatzgeschwindigkeit kann in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß die Transporteinrichtung mehrere getrennt antreibbare und ansteuerbare Transportstränge aufweist. Damit kann im Gegensatz zu den im Stand der Technik bekannten Anlagen die Transportgeschwindigkeit des Substrates innerhalb der Anlage den jeweiligen Erfordernissen der Behandlung angepaßt werden. Beispielsweise ist eine schnelle Übernahme von der Eingangsschleuse in die Reaktionskammer möglich, während in der Reaktionskammer der Transport von einem zweiten Transportstrang übernommen wird, der langsamer arbeitet. Es ist selbstverständlich auch möglich, die Transportgeschwindigkeit und damit die Verweildauer des Substrates in der Reaktionskammer zu steuern und damit das Arbeitsergebnis zu regeln. 10

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß mehrere Reaktionskammern hintereinander angeordnet sind. Es ist denkbar, auf diese Weise unterschiedliche Behandlungen mit unterschiedlichen Reaktionsgasen hintereinander durchzuführen, ohne daß das Substrat wieder über eine aufwendige Schleuse aus der Anlage entfernt werden muß. 15

Eine Möglichkeit, wie die Transporteinrichtung aufgebaut sein kann, besteht darin, sie aus Gliederketten zusammenzusetzen. Die Gliederketten, die ähnlich wie eine Fahrradkette angeordnet sind, können mit Klammern die Leiterplatte übernehmen und sie transportieren. Sie können insbesondere die Leiterplatte zu einer anschließenden zweiten Gliederkette übergeben, da die Leiterplatten eine gewisse Länge aufweisen, so daß sie noch von der ersten Gliederkette gehalten und schon von der zweiten übernommen werden können. 20

Die Platten können beim Transport stehend, aber auch schräg und auch horizontal angeordnet sein.

Zur Führung der Substrate, falls diese unterschiedliche Längen aufweisen, können in der Transporteinrichtung geneigte Stäbe vorgesehen sein. 25

Das Einbringen des angeregten Gases in die Reaktionskammer kann erfindungsgemäß so geschehen, daß durch die Reaktionskammer ein kontinuierlicher Gasstrom erzeugt wird, indem beispielsweise das Reaktionsgas zugeführt und an einer anderen Stelle abgepumpt wird. Es läßt sich durch Ändern der Gaszuführung eine gewünschte Gasströmung einstellen. Durch die Steuerung der Leistung der Absaugpumpe kann der Druck in der Reaktionskammer auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. Daher lassen sich beide Größen auf den richtigen Wert einstellen. Auf diese Weise wird die Reaktionskammer kontinuierlich von angeregtem Gas mit einem gewünschten Durchsatz durchströmt. 30

Bislang wurde nur von dem Reaktionsgas gesprochen. Es ist selbstverständlich auch möglich, eine Mischung aus unterschiedlichen Gasen zu verwenden. Der Einfachheit halber wird in der Anmeldung aber vom Reaktionsgas gesprochen. 35

Beispielsweise kann als Arbeitsgas Ar, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub> oder ein Gemisch aus diesen Gasen verwendet werden. Auch möglich sind Polymerbildner oder Monomere. 40

Die Erfindung schlägt in Weiterbildung vor, daß die Anregungsenergie geregelt werden kann, und zwar zum Beispiel auf einen von der Plattentemperatur abhängigen Wert. Zu diesem Zweck können Einrichtungen vorgesehen sein, um die Plattentemperatur zu messen. 45

Ebenfalls möglich ist es, wie von der Erfindung vorgeschlagen wird, daß die Verweildauer des Substrats in der Reaktionskammer bzw. die diese bestimmende Transportgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur des Substrats verändert wird.

Es ist auch möglich, daß die Anregungsenergie und/oder die Verweildauer des Substrats in der Reaktionskammer in Abhängigkeit von der gewünschten Ätztiefe verändert wird. 50

Auch die Gasströmung durch die Reaktionskammer kann in Abhängigkeit von der Temperatur des Substrats und/oder der gewünschten Ätztiefe verändert werden.

Die Erfindung schlägt vor, die zur Verfügung stehenden Parameter Gasdruck, Gasfluß, Mischungsverhältnisse bei mehreren Reaktionsgasen, Anregungsleistung und die räumliche Gestaltung der Anregungsräume und die Wahl der Anregungsfrequenzen so auszuwählen und einzustellen, daß solche Anregungszustände entstehen, die langlebig sind und die chemische Reaktion beschleunigen, während Anregungszustände vermieden werden, die überwiegend durch Abgabe von thermischer Energie zerfallen. 55

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Hierbei zeigen, jeweils stark vereinfacht:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäß ausgebildete Durchlaufanlage;

Fig. 2 die Ansicht auf die Anordnung der Fig. 1 von oben;

Fig. 3 eine Stirnansicht der Anordnung der Fig. 1 und 2;

Fig. 4 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung einer zweiten Ausführungsform.

Die in Fig. 1 dargestellte Anlage enthält ein quaderförmiges, langgestrecktes Rohr 11, das durch Schieber 12 und 13 in mehrere Abteile aufgeteilt ist und dessen äußere Enden durch Schieber 14, 15 nach außen abschließbar sind. Die Schieber 12 bis 15 sind nur schematisch angedeutet, es kann sich hierbei um echte Schieber handeln oder auch um Klappen oder ähnliche Einrichtungen, die es ermöglichen, die entsprechenden Abteile des Rohres 11 luftdicht abzuschließen. 60

Das in Fig. 1 zwischen den beiden linken Schiebern 14, 12 gebildete Abteil bildet eine Eintrittsschleuse 16, die in der dargestellten Dimension gerade so groß ist, daß eine Leiterplatte 17 hineinpaßt. Dementsprechend ist das am rechten Ende der Fig. 1 gebildete Abteil die Austrittsschleuse 18. 65

In jeder Schleuse ist ein Strang 19 einer Transporteinrichtung 20 angeordnet, wobei die Transporteinrichtung

20 insgesamt drei Gliederketten aufweist, von denen jede Gliederkette innerhalb einer Kammer angeordnet ist und einen eigenen Antrieb aufweist. Dies bedeutet, daß die Gliederkette 21 der Eintrittsschleuse 16 unabhängig von der Gliederkette 22 und der Gliederkette 23 der Austrittsschleuse 18 betrieben werden kann.

Zwischen den beiden mittleren Schiebern 12 und 13 ist eine Reaktionskammer 24 gebildet, deren Länge im dargestellten Beispiel größer ist als die der beiden Schleusen 16, 18.

Alle Gliederketten sind so angeordnet, daß beide Trums horizontal und in Längsrichtung der Anlage verlaufen, so daß sie eine Leiterplatte bzw. ein Substrat 17 durch die Anlage hindurch befördern können.

In den Seitenwänden der Reaktionskammer 24 münden zwei Leitungen 25, aus denen bereits angeregtes Reaktionsgas in die Reaktionskammer 24 einströmt. An der Unterseite der Reaktionskammer 24 ist ein Stutzen 26 angeschlossen, der mit einer nicht weiter dargestellten Vakuumpumpe verbunden ist. Durch die Leistung der mit dem Abpumpstutzen 26 verbundenen Pumpe und durch die Menge des durch die Einlässe 25 eingelassenen Reaktionsgases läßt sich die Höhe des Unterdrucks in der Reaktionskammer 24 einstellen.

Auch beide Schleusen 16, 18 enthalten an ihrer Unterseite jeweils einen Stutzen 27 zur Verbindung entweder mit einer Vakuumpumpe oder mit einem Ventil.

Wie sich aus der Fig. 1 ergibt, ist das Innere der Reaktionskammer 24 frei von Elektroden.

Die Aufsicht der Fig. 2 zeigt, daß die Reaktionskammer 24 insgesamt vier Gaseinlässe 25 für angeregtes Gas aufweist. Das Reaktionsgas wird über ein nicht dargestelltes Leitungssystem in vier Anschlüsse 28 eingespeist. Die Anschlüsse 28 gehören zu den eigentlichen Plasma-Erzeugungsgeräten 29, in denen vorzugsweise mit Hilfe von Mikrowellen das durch den Einlaß 25 einströmende Reaktionsgas angeregt wird. Das angeregte Gas verläßt dann aufgrund der Gasströmung den Plasma-Erzeuger 29 durch die Gaseinlässe 25 und tritt in die Reaktionskammer 24 ein. Die Plasma-Erzeuger sind derart angeordnet und ausgebildet, daß die Reaktionskammer 24 in ihrem Inneren im wesentlichen frei von elektrischen und magnetischen Feldern bleibt. Die Gaseinlässe 25 in die Reaktionskammer 24 sind so verteilt, daß das austretende angeregte Gas sich möglichst gleichmäßig in der Reaktionskammer verteilt. Die Reaktionskammer 24 kann Leitbleche o. dgl. aufweisen, die diese gleichmäßige Verteilung weiter begünstigt.

Während bei der dargestellten Ausführungsform mehrere Plasma-Erzeuger 29 mit je einem Gaseintritt 25 in die Reaktionskammer 24 vorgesehen sind, wäre es auch denkbar, daß ein Plasma-Erzeuger 29 mit mehreren Ausgangsleitungen mit der Reaktionskammer 24 verbunden wäre. Es ist natürlich auch möglich, mit einem oder zwei Plasmaerzeugern 29 auszukommen.

Die schematisch dargestellte Vorrichtung arbeitet folgendermaßen. Der Schieber 14 auf der linken Seite wird geöffnet und eine Leiterplatte 17 mit einem Greifer oder einer sonstigen nicht dargestellten Einrichtung in die Schleuse eingeschoben. Dort ergreift sie eine Halterung 30 an der Gliederkette 21, die jetzt angetrieben wird. Die Gliederkette 21 zieht die Leiterplatte 17, bis diese vollständig in der Eintrittsschleuse 16 enthalten ist. Dann wird der Antrieb der Gliederkette 21 gestoppt. Anschließend wird der Schieber 14 geschlossen und die Vakuumpumpe an den Auslaßstutzen 27 angeschlossen, so daß die Eintrittsschleuse 16 evakuiert werden kann. Anschließend wird der die Eintrittsschleuse 16 gegenüber der Reaktionskammer 24 abdichtende Schieber 12 geöffnet, und die Gliederkette 21 und die Gliederkette 22 in Betrieb gesetzt. In der Reaktionskammer 24 herrscht der gleiche Unterdruck wie in der Eintrittsschleuse 16 zu diesem Zeitpunkt. Da das Substrat 17 länger ist als der durch den Schieber 12 erforderliche Abstand zwischen den beiden Gliederketten 21 und 22, kann das Substrat 17 bequem auf die zweite Gliederkette 22 übernommen werden, wo das Substrat 17 von einer Klammer 30 übernommen und weitertransportiert wird. Sobald das Substrat 17 den Schieber 12 passiert hat, wird dieser geschlossen. Es beginnt nun die eigentliche Plasma-Bearbeitung des Substrats 17 in der Reaktionskammer 24, die kontinuierlich von dem angeregten Gas durchströmt wird. Gleichzeitig kann die Eintrittsschleuse 16 wieder belüftet werden, so daß anschließend eine weitere Leiterplatte eingesetzt werden kann. Die Geschwindigkeit, mit der die Gliederkette 22 in der Reaktionskammer 24 angetrieben wird, bestimmt die Verweildauer des Substrates 17 in der Reaktionskammer und damit die Dauer der Bearbeitung. Diese kann in Abhängigkeit von Parametern, beispielsweise der Substrattemperatur oder der gewünschten Ätztiefe verändert werden. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Gliederkette 22 anzuhalten, so daß das Substrat 17 beispielsweise in der Mitte der Reaktionskammer 24 stehen bleibt. Nach Ende der Bearbeitung wird der die Reaktionskammer 24 von der Austrittsschleuse 18 trennende Schieber 13 geöffnet, wobei zu diesem Zeitpunkt die Austrittsschleuse 18 unter Unterdruck steht. Dann wird das Substrat 17 in die Austrittsschleuse 18 übergeführt, der Schieber 13 geschlossen und die Austrittsschleuse 18 belüftet. Das fertige Substrat 17 kann dann nach Öffnen des Schiebers 15 entnommen werden.

Es ist möglich, die Transporteinrichtung so auszubilden, daß die Transportrichtung in der Reaktionskammer umgekehrt wird, so daß die Eintrittsschleuse 16 gleichzeitig auch als Auslaßschleuse verwendet werden kann.

Fig. 4 zeigt eine gegenüber der Fig. 1 geänderte Ausführungsform, bei der die Gliederkette in der Reaktionskammer noch unterteilt ist. Schon bei der Ausführungsform der Fig. 1 ist es vorgesehen, daß die Gliederkette 21 und 23 in den Schleusen mit höherer Geschwindigkeit arbeiten als die Gliederkette 22 in der Reaktionskammer 24. Die Übergabe des Substrats 17 in die Schleuse und aus der Schleuse heraus soll möglichst schnell gehen, während die Transportgeschwindigkeit innerhalb der Reaktionskammer 24 ein in das Arbeitsergebnis eingehender Parameter ist und daher veränderbar sein soll. Bei der Ausführungsform der Fig. 4 kann die erste Gliederkette 31 in der Reaktionskammer 24 mit zwei Geschwindigkeiten angetrieben werden, nämlich mit einer schnellen Geschwindigkeit zur Übergabe der Leiterplatte von der Schleuse her. Wenn die Leiterplatte dann vollständig in der Reaktionskammer 24 ist, kann die Gliederkette 31 mit langsamerer Geschwindigkeit zur Übergabe an die langsamere mittlere Gliederkette 32 betrieben werden. Das gleiche gilt dann mit umgekehrtem Vorzeichen auch für die letzte Gliederkette 32 in der Reaktionskammer 24 bei der Ausführungsform der Fig. 4. Auf diese Weise wird die Durchlaufrate der von der Erfundung vorgeschlagenen Anlage nochmals erhöht, da die Substrate innerhalb der Anlage schneller durchbewegt werden.

Die Fig. 1 und 4 zeigen die Transporteinrichtung nur stark schematisch. Es können selbstverständlich innerhalb der Kammern Führungseinrichtungen für die Substrate 17 vorgesehen sein, damit diese auch korrekt geführt werden.

Die Anlage nach der Erfindung enthält im einzelnen nicht dargestellte Einrichtungen, um die Parameter der Anlage zu überwachen. So können beispielsweise Temperatur- und Druckfühler vorgesehen sein. Die Leistung der an den Stutzen 26 angeschlossenen Vakuumpumpe und die den Gaseinlaß in die Plasma-Erzeugung 29 kontrollierenden Ventile können steuerbar sein, so daß sich nicht nur der Unterdruck in der Reaktionskammer 24, sondern auch der Gasdurchsatz durch die Reaktionskammer 24 regeln läßt. Auf diese Weise kann mit der Anlage nach der Vorrichtung ein Verfahren unter Berücksichtigung aller Parameter so gesteuert werden, daß die Reaktion optimal, schnell und mit gleichbleibend hoher Qualität abläuft. Auf diese Weise wird zum ersten Mal eine Anlage zur kontinuierlichen Durchlaufbehandlung von Substraten im Niederdruckplasma geschaffen, die auch in Kostenhinsicht den naßchemischen Anlagen überlegen ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur kontinuierlichen Bearbeitung von Substraten (17) im Niederdruckplasma, insbesondere zur Reinigung von Bohrlochwandungen von Leiterplatten, mit einer Reaktionskammer (24), einer gegenüber der Reaktionskammer (24) und der Umgebung abdichtbaren Eintrittsschleuse (16), einer gegenüber der Reaktionskammer (24) und der Umgebung abdichtbaren Austrittsschleuse (18), einer Transporteinrichtung (20) zum Transport der Substrate (17) durch die Vorrichtung sowie mit einer Einrichtung (29) zum Erzeugen eines Niederdruckplasmas durch elektrische Anregung, wobei jede Kammer (16, 18, 24) einen Gaseinlaß (27, 26) zum Anschluß an eine Vakuumpumpe und die Reaktionskammer (24) einen Gaseinlaß (25) zum Einlaß des Reaktionsgases aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Anregung des Reaktionsgases außerhalb der Reaktionskammer (24) erfolgt und das bereits angeregte Gas in die Reaktionskammer (24) einströmt. 15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anregung des Reaktionsgases in einem von diesem durchströmten Raum erfolgt, der in der Gaseinlaßleitung für die Reaktionskammer (24) angeordnet ist. 20
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer (24) mehrere Gaseinlässe (25) vorzugsweise mit je einer Plasma-Erzeugungseinrichtung (29) aufweist. 25
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plasma-Erzeugungseinrichtung (29) einen Mikrowellen-Generator aufweist. 30
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plasma-Erzeugungseinrichtung derart angeordnet und ausgebildet ist, daß die Reaktionskammer im wesentlichen frei von elektrischen und magnetischen Feldern ist. 35
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Leit- und Führungsmittel zur gleichmäßigen Verteilung des angeregten Gases in der Reaktionskammer (24) aufweist. 40
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer (24) und/oder die Eintrittsschleuse (16) eine Heizeinrichtung für das Substrat (17) aufweist. 45
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer (24) und/oder mindestens eine Schleuse (16, 18) eine Kühleinrichtung für das Substrat (17) aufweist. 50
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Transporteinrichtung (20) mehrere getrennt antreibbare und ansteuerbare Transportstränge (19) aufweist. 55
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Reaktionskammern (24) hintereinander angeordnet sind. 60
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Transporteinrichtung (20) Gliederketten (21, 22, 23, 31, 32, 33) aufweist. 65
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Führung der Substrate (17) die Transporteinrichtung (20) geneigte Stäbe aufweist. 65
13. Verfahren zur kontinuierlichen Bearbeitung von Substraten (17) in einem Niederdruckplasma, bei dem das zu bearbeitende Substrat (17) durch eine Schleuse (16) in eine ständig unter Unterdruck stehende Reaktionskammer (24) transportiert, in dieser dem dort herrschenden Plasma ausgesetzt und nach der Bearbeitung durch eine Schleuse (18) aus der Reaktionskammer (24) heraustransportiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionsgas außerhalb der Reaktionskammer (24) elektrisch angeregt und das angeregte Gas in die Reaktionskammer (24) geleitet und aus dieser abgepumpt wird. 65
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer (24) kontinuierlich von angeregtem Gas durchströmt wird. 65
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer (24) annähernd frei von elektrischen und magnetischen Feldern gehalten wird. 65
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionsgas mit Hilfe von Mikrowellen angeregt wird. 60
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionsgas mit Hilfe mehrerer Plasma-Erzeuger (29) angeregt wird. 65
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das angeregte Gas an mehreren Stellen (25) in die Reaktionskammer (24) einströmt. 65
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß als Arbeitsgas Ar, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O oder ein Gemisch aus diesen Gasen verwendet wird. 65
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (17) vor,

während oder nach der Bearbeitung geheizt und/oder gekühlt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer (24) beheizt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer (24) gekühlt wird.

5 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweildauer des Substrats (17) in der Reaktionskammer (24) bzw. die diese bestimmenden Transportgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur des Substrats (17) verändert wird.

10 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweildauer des Substrats (17) in der Reaktionskammer (24) bzw. die diese bestimmende Transportgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der gewünschten Ätztiefe verändert wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Anregungsenergie in Abhängigkeit von der Temperatur des Substrats (17) verändert wird.

15 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasströmung durch die Reaktionskammer (24) in Abhängigkeit von der Temperatur des Substrats (17) und/oder der gewünschten Ätztiefe verändert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

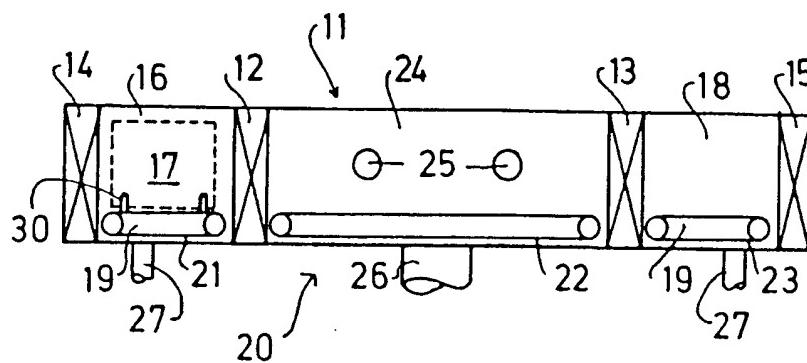


FIG. 1

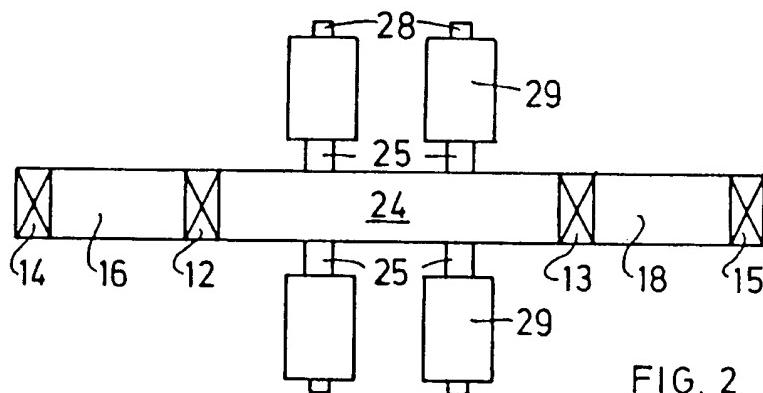


FIG. 2

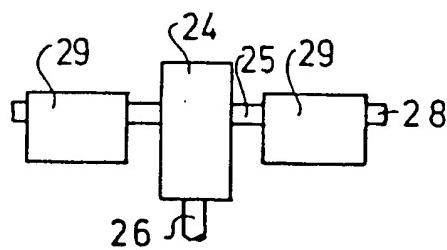


FIG. 3

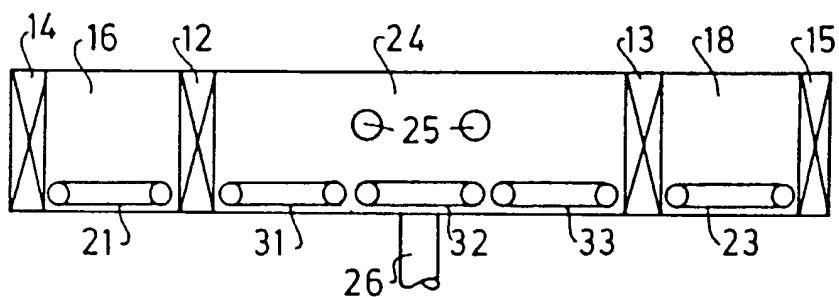


FIG. 4